



27 AUG 2003

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 39 124.6

**Anmeldetag:** 27. August 2002

**Anmelder/Inhaber:** Continental Teves AG & Co oHG,  
Frankfurt am Main/DE

**Bezeichnung:** Elektromagnetventil

**IPC:** F 16 K, B 60 T

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. Juli 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident

Im Auftrag

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Stech

F. Trautmann  
D. Dobberan

## **Elektromagnetventil**

Die Erfindung betrifft ein Elektromagnetventil nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Es sind bereits proportionalisierte Elektromagnetventile bekannt, die im Gegensatz zu herkömmlichen, binär schaltenden Elektromagnetventilen nicht impulsartig betätigt werden, sondern eine gedämpfte, kontinuierliche Bewegung des Ventilschließgliedes aufweisen, ohne in der Regel den konstruktiv möglichen Gesamthub des Ventilschließgliedes auszuschöpfen. Durch diesen wohl dosierten, regelungstechnisch „weich“ abgestimmten Proportionalbetrieb kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich im Bereich des Ventilsitzes und des Ventilschließgliedes Schmutzpartikel anlagern, die sowohl den Betrieb des Elektromagnetventils als auch der daran angeschlossenen Anlage unter Umständen beeinträchtigen. Ein Elektromagnetventil der proportionalen Bauart wird beispielsweise in der DE 196 538 95 A1 beschrieben.

Daher ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein proportional betätigtes Elektromagnetventil der gattungsbildenden Art unter Beibehaltung eines möglichst einfachen Aufbaus derart zu verbessern, dass vorgenannte Nachteile vermieden werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß für ein Elektromagnetventil der angegebenen Art mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

- 2 -

Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung werden im nachfolgenden anhand der Beschreibung eines Ausführungsbeispiels erläutert.

Die Figur 1 zeigt eine Gesamtansicht eines in Grundstellung stromlos geöffneten, proportional ansteuerbares Elektromagnetventil, das als Zweiwege-Sitzventil ausgeführt ist, mit einem patronenförmigen Ventilgehäuse 8, das an einem gestuften Ventilstößel 1 ein ballig geformtes Ventilschließglied 9 aufweist. Auf der gegenüberliegenden Stirnseite des Ventilschließgliedes 9 kontaktiert der Ventilstößel 1 einen zylindrischen Magnetanker 10. Das Ventilschließglied 9 ist auf einen rohrförmigen Ventilsitz 2 gerichtet, während der Magnetanker 10 dem im Ventilgehäuse 8 integrierten Magnetkern 11 zugewandt ist. An dem Magnetkern 11 ist eine vorzugsweise im Tiefziehverfahren hergestellte Hülse 12 befestigt, in der sich der Magnetanker 10 ausrichten und axial bewegen kann. Am Umfang der Hülse 12 ist eine Ventilschließpule 13 angeordnet, die zwischen einem Jochblech 16 und einer Magnetscheibe 17 eingebettet ist.

Auf an sich bekannte Weise gelangt der Magnetanker 10 während der Bestromung der Ventilschließpule 13 in Richtung des Magnetkerns 11, so dass das am Ventilstößel 1 angeformte Ventilschließglied 9 entgegen der Wirkung einer zwischen dem Ventilstößel 1 und dem Ventilsitz 2 angeordneten Ventilschließfeder 4 die in der Grundstellung offene Druckmittelverbindung zwischen einem Druckmitteleinlass- und einem Druckmittelauslasskanal 14, 15 stetig verkleinert.

Das Elektromagnetventil ist als Einlassventil für den Einsatz in schlupfgeregelten Kraftfahrzeugbremsanlagen vorgesehen, dessen Ventilschließglied 9 in der Grundstellung mittels der zwischen dem Ventilstößel 1 und dem Ventilsitzkörper 2 angeordneten Ventilsitzfeder 4 vom Ventilsitzkörper 2 abgehoben ist.

Das besondere dabei ist, dass zur Reduzierung oder auch zur Vermeidung von Ablagerungen am Ventilsitz 2 und am Ventil-schließglied 9 die Ventilstpule 13 mit einem elektrischen Strom derart ansteuerbar ist, dass das Ventilschließglied 9 außerhalb der proportionalen Betätigung mit einer hinrei-chend großen Impulskraft auf dem Ventilsitz 2 aufschlägt. Hierzu ist die Leistung des elektrischen Stroms derart zu bemessen, dass das Ventilschließglied 9 impulsartig seinen Maximalhub vollzieht und mit entsprechender Stärke auf den Ventilsitz 2 aufschlägt.

Zur Beseitigung der am Ventilschließglied 9 und am Ventilsitz 2 angelagerten Schmutzpartikel erfolgt die Wahl des

- 4 -

elektrischen Stroms in Abhängigkeit des Verschmutzungsgrads, d.h. im wesentlichen nach der Menge der Ablagerung, die Einfluss auf den Druckverlauf innerhalb des Ventils nimmt. Zur Beseitigung von Schmutzablagerungen am Ventilsitz 2 und/oder am Ventilschließglied 9 wird deshalb in Zeitabständen, in denen keine proportionale Ventilbetätigung erfolgt, die Ventilschließpule 9 mit einem ausreichend hohen Strom beaufschlagt, der das normalerweise inaktive Ventilschließglied 9 mit einer die Ablagerungen zerstörenden Impulskraft kontinuierlich oder diskontinuierlich auf dem Ventilsitz 2 auftreffen lässt. Besonders effektiv ist diese Maßnahme gerade dann, wenn der Fluiddruck am Ventilschließglied 9 ein Minimum ist, so dass bei geringstem hydraulischen Widerstand das Ventilschließglied 9 mit dem Maximalhub und der Maximalgeschwindigkeit auf den Ventilsitz 2 aufschlägt. Auch hartnäckigste Schmutzablagerungen lassen sich auf diese Weise vom Ventilsitz 2 als auch vom Ventilschließglied 9 ablösen und sofern erforderlich auch durch mehrmaliges Wiederholen der vorbeschriebenen Maßnahme.

Das Ausspülen von gelösten Schmutzablagerungen aus dem Bereich von Ventilsitz 2 und Ventilschließglied 9 erfolgt am besten in Zeitphasen, in denen der Fluiddruck im Ventil ein Maximum ist. Das Ventilschließglied 9 ist dann zwecks optimaler Spülwirkung in eine Stellung geschaltet, in der es den maximalen Ventilöffnungsquerschnitt freigibt.

Zur Beseitigung der Ablagerungen am Ventilsitz 2 und/oder am Ventilschließglied 9 erfolgt die Ansteuerung der Ventilschließpule 9 mit der die Schmutzablagerungen lösenden Impulskraft spätestens dann, wenn in der Ventilschließstellung eine Leckage

- 5 -

auftritt. Zur Erfassung der Ventilleckage zwischen dem Ventilsitz 2 und dem Ventilschließglied 9 sind Mittel vorgesehen, die in der geschlossenen Ventilstellung den Druck des Fluids stromauf- und stromabwärts zum Ventilschließglied 9 bzw. Ventilsitz 2 erfassen. Aus der Messung des hydraulischen Drucks kann auf einen für die Ventilleckage repräsentativen Druckverlust geschlossen werden. Als Messmittel sind Drucksensoren 6 stromauf- und stromabwärts zum Ventilschließglied 9 angeordnet, die zur Auswertung der für die Druckdifferenz am Ventilschließglied 9 repräsentativen Drucksensorsignale mit einem die Ventilschließglied 13 ansteuernden elektronischen Regler 20 verbunden sind. In dem elektronischen Regler 20 ist ein Druckmodell abgelegt, das die für eine Druckverlusterkennung notwendige Druckabweichung vom Sollruck beinhaltet.

An den Druckmitteleinlasskanal 14 des in Figur 1 abgebildeten Elektromagnetventils ist als Bremsdruckgeber 3 ein Tandemhauptzylinder angeschlossen. Auf Höhe der Ventilschließglied 4 schließt sich der Druckmittelauslasskanal 15 des Elektromagnetventils an eine Radbremse 5 an. An diese zur Radbremse 5 führende Druckmittelverbindung ist eine mit einem Auslassventil 7 versehene Rücklaufleitung angeschlossen, die gemäß dem Rückförderprinzip mit einem Niederdruckspeicher 18 und einer Pumpe 19 versehen ist. Die Rücklaufleitung ist mit dem Druckmitteleinlasskanal 14 verbunden. Die abgebildete Hydraulikschaltung ist von prinzipieller Natur und dient zur allgemeinen Erläuterung. Abweichungen sind hiervon möglich.

Ausgehend vom elektrisch unbestromten Zustand der Ventilschließglied 13, in dem das Elektromagnetventil abbildungsgemäß zu-

- 6 -

nächst voll geöffnet ist, wird das Elektromagnetventil prinzipiell in einer Bremsdruckregelung durch ein im Regler 20 programmiertes proportionales bzw. analoges Ansteuerungsverfahren betrieben, so dass es zur Druckdosierung mittels unterschiedlicher Steuerströme feinfühlig den jeweils gewünschten Ventilquerschnitt freigibt.

Das Elektromagnetventil ist gemäß dem dargestellten Schema in eine den Bremsdruckgeber 3 mit der Radbremse 5 verbindenden Bremsdruckleitung einer schlupfgeregelten Kraftfahrzeugbremsanlage eingesetzt, so dass alternativ zur Drucksensierung mittels der Drucksensoren 6 durch geeignete Software die Ventilleckage durch ein entsprechendes Druckmodell im Regler 20 erfasst werden kann. Das Druckmodell berücksichtigt den durch die Leckage veränderten Druckverlauf in der Radbremse 5 und im Bremsdruckgeber 3. Durch die Verwendung eines Druckmodells kann unter bestimmten Voraussetzungen auf die Drucksensorik verzichtet werden.

Die Berechnung des für den veränderten Druckverlauf in der Radbremse 5 repräsentativen Druckmodells erfolgt abhängig von den fahrzeug- und bremspezifischen Kenngrößen. Dazu gehören Angaben zur Fahrzeugverzögerung, zum Vordruck im Bremsdruckgeber, sowie die Bremsdruckaufbau- und Bremsdruckabbaucharakteristik in Abhängigkeit der Ablagerungserscheinungen im Ventil. Beispielsweise berücksichtigt das Druckmodell u.a. die Veränderung des Bremsdruck-Aufbaugradienten im Falle von Ablagerungen im Ventil.

Obwohl die Erfindung bisher lediglich anhand eines in Grundstellung geöffneten Proportional-Elektromagnetventils darge-

- 7 -

stellt wurde, gelten die hierzu getroffenen Aussagen ebenso für in Grundstellung geschlossene, proportional ansteuerbare Elektromagnetventile, so dass die vorgestellte Erfindung in der Konsequenz auch auf das in der Figur 1 abgebildete Auslassventil 7 eine Anwendung findet.



Bezugszeichenliste

- |    |                         |
|----|-------------------------|
| 1  | Ventilstößel            |
| 2  | Ventilsitz              |
| 3  | Bremsdruckgeber         |
| 4  | Ventilfeder             |
| 5  | Radbremse               |
| 6  | Drucksensor             |
| 7  | Auslassventil           |
| 8  | Ventilgehäuse           |
| 9  | Ventilschließglied      |
| 10 | Magnetanker             |
| 11 | Magnetkern              |
| 12 | Hülse                   |
| 13 | Magnetspule             |
| 14 | Druckmitteleinlasskanal |
| 15 | Druckmittelauslasskanal |
| 16 | Jochblech               |
| 17 | Magnetscheibe           |
| 18 | Niederdruckspeicher     |
| 19 | Pumpe                   |
| 20 | Regler                  |

**Patentansprüche**

1. Elektromagnetventil, insbesondere für Kraftfahrzeug-Radschlupfregelsysteme, mit einem Ventilgehäuse, in dem ein Ventilschließglied beweglich geführt ist, mit einem Magnetanker, der zur proportionalen Betätigung des Ventilschließgliedes in Abhängigkeit von der elektromagnetischen Erregung einer am Ventilgehäuse angebrachte Ventilschließpule eine Hubbewegung in Richtung eines im Ventilgehäuse angeordneten Magnetkerns vollzieht sowie mit einer Feder, die in der elektromagnetisch nicht erregten Ventilstellung den Magnetanker in einem definierten Axialabstand vom Magnetkern positioniert, so dass der Magnetanker vom Magnetkern durch einen Zwischenraum getrennt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ventilschließpule (13) mit einem elektrischen Strom derart ansteuerbar ist, dass das Ventilschließglied (9) außerhalb der proportionalen Betätigung mit einer definierten Impulskraft auf dem Ventilsitz (2) anlegbar ist.
2. Elektromagnetventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leistung des elektrischen Stroms derart bemessen ist, dass das Ventilschließglied (9) seinen Maximalhub vollzieht.
3. Elektromagnetventil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Beseitigung der Ventilverschmutzung die Wahl des elektrischen Stroms in Abhängigkeit des Verschmutzungsgrads am Ventilschließglied (9) und/oder am Ventilsitz (2) erfolgt.

- 10 -

4. Elektromagnetventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Zeitphasen, in denen keine proportionale Ventilbetätigung erfolgt, die Ventilschließpule (13) mit einem Strom beaufschlagt ist, der das normalerweise inaktive Ventilschließglied (9) zur Beseitigung von Schmutzablagerungen am Ventilsitz (2) und/oder am Ventilschließglied (9) mit einer definierten Impulskraft kontinuierlich oder diskontinuierlich auf dem Ventilsitz (2) auftreffen lässt.
5. Elektromagnetventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Zeitphasen, in denen der Fluiddruck am Ventilschließglied (9) ein Minimum ist, die Ventilschließpule (13) mit einem Strom beaufschlagt ist, der das Ventilschließglied (9) mit dem Maximalhub und der Maximalgeschwindigkeit auf den Ventilsitz (2) auftreffen lässt, bis die am Ventilsitz (2) und/oder Ventilschließglied (9) anhaftende Schmutzablagerungen gelöst sind.
6. Elektromagnetventil nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Ausspülen von gelösten Schmutzablagerungen aus dem Bereich des Ventilsitzes (2) und/oder des Ventilschließgliedes (9) in Zeitphasen, in denen der Fluiddruck ein Maximum ist, das Ventilschließglied (9) in eine Stellung geschaltet ist, in der es den maximalen Ventilöffnungsquerschnitt freigibt.
7. Elektromagnetventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ansteuerung der Ventilschließpule (13) mit einer die Schmutzablagerungen am Ventilsitz (2) und/oder am Ventilschließglied (9) lösenden Impulskraft abhängig

- 11 -

von einer in der Ventilschließstellung auftretenden Ventilleckage erfolgt.

8. Elektromagnetventil nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Erfassung der Ventilleckage zwischen dem Ventilsitz (2) und dem Ventilschließglied (9) Mittel vorgesehen sind, die in der geschlossenen Ventilstellung den Druck des Fluids stromauf- und stromabwärts zum Ventilschließglied (9) erfassen.
9. Elektromagnetventil nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Erfassung des Drucks, insbesondere eines für die Ventilleckage repräsentativen Druckverlusts, Drucksensoren (6) stromauf- und stromabwärts zum Ventilschließglied (9) angeordnet sind, die zur Auswertung der für die Druckdifferenz am Ventilschließglied (9) repräsentativen Drucksensorsignale mit einem die Ventilschließspule (13) ansteuernden elektronischen Regler (20) verbunden sind.
10. Elektromagnetventil nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Darstellung der in der geschlossenen Ventilstellung am Ventilschließglied (9) herrschenden hydraulischen Druckdifferenz in dem elektronischen Regler (20) ein Kennfeld für ein Druckmodell abgelegt ist, das die für eine Druckverlusterkennung notwendigen Druckabweichung vom Sollruck beinhaltet.

Zusammenfassung

**Elektromagnetventil**

Die Erfindung betrifft ein Elektromagnetventil, dessen Ventilschließglied (9) zur Beseitigung von Ventilsitz- und Ventilschließgliedablagerungen mit einem elektrischen Strom derart ansteuerbar ist, dass das Ventilschließglied (9) mit einer definierten Impulskraft auf dem Ventilsitz (2) aufschlägt.

EM 2002/194

